

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: **86101778.8**

51 Int. Cl.4: **F16F 15/12**

22 Anmeldetag: **12.02.86**

30 Priorität: **08.10.85 DE 3535803**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**22.04.87 Patentblatt 87/17**

84 Benannte Vertragsstaaten:  
**DE FR GB IT**

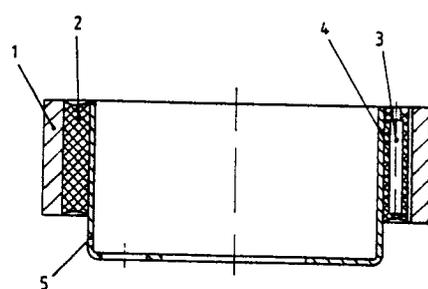
71 Anmelder: **Firma Carl Freudenberg**  
**Höhnerweg 4**  
**D-6940 Weinheim/Bergstrasse(DE)**

72 Erfinder: **Benno, Michael Jörg**  
**Am Drachenstein 27**  
**D-6940 Weinheim(DE)**  
Erfinder: **Seifert, Heinz**  
**Hauptstrasse 99**  
**D-6941 Laudenbach(DE)**

74 Vertreter: **Weissenfeld-Richters, Helga, Dr.**  
**Höhnerweg 2**  
**D-6940 Weinheim/Bergstrasse(DE)**

54 **Drehschwingungsdämpfer.**

57 Drehschwingungsdämpfer, umfassend einen Nabenring und einen Schwungring, die durch mindestens ein erstes Federelement verbunden und relativ verdrehbar sind, wobei in wenigstens einem Teilbereich zwischen dem Nabenring und dem Schwungring ein radialer Abstand vorgesehen ist, und wobei in dem durch den Abstand gebildeten Spalt wenigstens ein zweites Federelement nur innenseitig festgelegt ist, das außenseitig ohne Bindung ist, wobei das zweite Federelement (4) durch die sich bei einer gewünschten Drehzahl ergebende Fliehkraft unverrückbar an die den Spalt (6) außenseitig begrenzen- de Fläche anpressbar ist, um eine Parallelschaltung seiner Federwirkung zu der Federwirkung des ersten Federelementes (2) zu erzielen.



**EP 0 218 774 A1**

## Drehschwingungsdämpfer

Die Erfindung betrifft eine Drehschwingungsdämpfer, umfassend einen Nabenring und einen Schwungring, die durch mindestens ein Federelement verbunden und relativ verdrehbar sind, wobei in wenigstens einem Teilbereich zwischen dem Nabenring und dem Schwungring ein radialer Abstand vorgesehen ist, und wobei in dem durch den Abstand gebildeten Spalt mindestens ein zweites Federelement nur innenseitig festgelegt ist, das außenseitig ohne Bindung ist.

Auf einen Drehschwingungsdämpfer der vorgenannten Art nimmt die DE-OS 33 34 393 Bezug. Die damit erzielte Dämpfungswirkung beruht auf der Ausnutzung des Tilgereffektes. Sie ist dadurch im Resonanzfalle von hervorragender Effektivität, indessen nur auf diesen einen Fall beschränkt. Störschwingungen einer abweichenden Frequenzlage werden nicht oder völlig unzureichend gedämpft. Die Anwendung des Drehschwingungsdämpfers ist dadurch Bereichen vorbehalten, in denen ausschließlich Störschwingungen eines einzigen Frequenzbereiches auftreten können.

In dem Bestreben, die Tilgerwirkung in einem Drehschwingungsdämpfer geschlossener Bauart für die Bedämpfung von Resonanzschwingungen unterschiedlicher Frequenzlagen nutzbar zu machen, ist auch schon vorgeschlagen worden, mehrere Schwungmassen zu verwenden, die elastisch an die Nabe oder an einander angekoppelt sind. Die einzelnen Schwingungssysteme sind in diesem Falle jeweils so abgestimmt, daß jedes einzelnes für die Dämpfung einer Störschwingung einer bestimmten Frequenz optimal ausgelegt ist (DE-GM 19 97 151). Je nach Frequenzlage der eingeleiteten Störschwingungen wird somit abwechselnd das eine oder das andere enthaltene Schwingungssystem aktiviert und zur Bedämpfung der Störschwingungen allein herangezogen. Das Vorhandensein der übrigen Systeme und insbesondere der darin enthaltenen Trägheitsmassen bedingt in-

dessen neben einer Beeinträchtigung der Wirksamkeit ein vergleichsweise hohes Gewicht sowie sehr hohe Herstellkosten. Es entstand daher der Wunsch nach der Verfügbarkeit eines Resonanzschwingungsdämpfers für Drehbewegungen, bei dem solche Nachteile nicht vorhanden sind. Der vorgeschlagene Resonanzschwingungsdämpfer soll es insbesondere gestatten, Störschwingungen einer unterschiedlichen Frequenzlage mit einer einzigen Trägheitsmasse zu bedämpfen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß bei einem Drehschwingungsdämpfer der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß das zweite Federelement durch die sich bei einer gewünschten Drehzahl ergebende Fliehkraft unverrückbar an die den Spalt außenseitig begrenzende Fläche anpressbar ist um eine Parallelschaltung seiner Federwirkung zu der Federwirkung des ersten Federelementes zu erzielen.

Die Erfindung geht aus von der Überlegung, daß bei Drehschwingungen stets eine klare Abhängigkeit zwischen der Frequenz einer Störschwingung und der Drehzahl vorhanden ist. Die Drehzahl läßt sich dadurch zur Identifizierung und zur gezielten Dämpfung einer Störschwingung verwenden, was erfindungsgemäß unter Ausnutzung der von der Drehzahl abhängigen Fliehkraft erfolgt, indem ein zweites Federelement bei Überschreiten eines Schwellwertes zu dem ersten parallel geschaltet wird.

Die Federung der in dem Schwungring enthaltenen Trägheitsmasse ist dadurch ab Erreichen einer gewünschten Drehzahl härter als zuvor, wodurch sich trotz der weiterhin vollkommen unveränderten Trägheitsmasse eine veränderte Resonanzfrequenz ergibt. Der Tilgereffekt des erfindungsgemäßen Drehschwingungsdämpfers ist dadurch in zwei von einander verschiedenen Frequenzbereichen wirksam. Diese können unter Anwendung der Formel

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{c}{m}},$$

worin  $c$  die veränderliche Federung und  $m$  die unveränderliche Masse des Schwungringes bezeichnen, leicht an die Frequenzlage von zwei unterschiedlichen Störschwingungen angepaßt werden. Diese werden daher gleichermaßen unter Ausnutzung des Tilgereffektes gedämpft.

Im Übergangsbereich zwischen der ersten und der zweiten Resonanzfrequenz werden sich vorteilhaft auswirkende Reibdämpfungskräfte wirksam, bis eine haftende Verbindung des zweiten Federelements eintritt.

Modifizierte Ausführungen des erfindungsgemäßen Drehschwingungsdämpfers, bei denen

dritte, vierte, fünfte usw. Federelemente mit einer dem zweiten Federelement entsprechenden Ausbildung und Funktion bei noch weiter ansteigender Drehzahl aufeinander folgend aktiviert werden, sind ohne weiteres möglich und erlauben die Erzielung tilgerbedingter Dämpfungswirkungen in weiteren Frequenzbereichen. Hierdurch werden dem erfindungsgemäßen Drehschwingungsdämpfer komplexe Anwendungsmöglichkeiten erschlossen, wobei es von hervorzuhebendem Vorteil ist, daß auch in diesen Fällen die Verwendung eines einzigen Schwungringes genügt. Der erfindungsgemäße Drehschwingungsdämpfer läßt sich dadurch besonders kostengünstig herstellen. Er ist von nur geringem Gewicht.

Das zweite Federelement kann in radialer Richtung beweglich mit dem Nabenring verbunden sein, beispielsweise durch adhäsive Festlegung seines Innendurchmessers an der Außenseite eines nur in radialer Richtung beweglichen Zwischengliedes des Nabenringes. Eine solche Ausführung zeichnet sich durch eine besonders gute Betriebssicherheit aus, bedingt indessen die Herstellung des Zwischengliedes in einem selbständigen Arbeitsvorgang.

Im Rahmen der vorliegenden Erfindung wird deshalb einer Ausführung der Vorzug gegeben, bei der das zweite Federelement durch die sich bei der gewünschten Drehzahl ergebende Fliehkraft dehnbar ist und bei der die Dehnung die unverrückbare Anpressung an die den Spalt außenseitig begrenzende Fläche verursacht. Das zweite Federelement kann bei einer solchen Ausführung an einem unbeweglichen Bestandteil des Nabenringes anvulkanisiert sein und beispielsweise durch einen säulenähnlich in radialer Richtung vorspringenden Ansatz des Nabenringes, gebildet werden, der aus gummielastischem Material besteht und innenseitig an den Außendurchmesser des Nabenringes anvulkanisiert ist.

Im Hinblick auf die drehzahlabhängige, unverrückbare Anpressung des zweiten Federelementes an die den Spalt außenseitig begrenzende Fläche hat es sich als vorteilhaft bewährt, wenn das zweite Federelement und/oder die dem zweiten Federelement außenseitig gegenüberliegende den Spalt begrenzende Fläche mit einem Reibbelag versehen ist. Bei gutem Kraftschluß läßt sich hierdurch der Verschleiß vermindern. Auch die Anwendung einer Profilierung der genannten Flächen kann in die Überlegungen mit einbezogen werden.

Nach einer anderen Ausgestaltung ist es vorgesehen, daß das zweite Federelement mit einer Zusatzmasse versehen ist, um eine vergrößerte Anpressung an die den Spalt außenseitig begrenzende Fläche zu erzielen. Der Grad der relativen Verrückbarkeit zwischen beiden Teilen wird hierdurch weiter vermindert.

Das zweite Federelement besteht zweckmäßig aus einem Körper aus elastomerem Werkstoff, und es bietet sich in diesem Falle an, die Hilfsmasse unmittelbar mit dem Körper zu verbinden. Die Hilfsmasse kann beispielsweise in einen Hohlraum des Körpers eingepresst werden, was bevorzugt im Anschluß an dessen Herstellung und Bildung erfolgt. Eine nachträgliche Anpassung der Größe der Hilfsmasse an spezielle Erfordernisse des Einsatzfalles ist dadurch möglich und beispielsweise auch ein Ausgleich von verschleißbedingten Änderungen des Betriebsverhaltens.

Die Hilfsmasse und der das zweite Federelement bildende Körper können unlösbar verbunden sein, beispielsweise durch ein Anvulkanisieren auf adhäsive Weise. In diesem Falle wird eine optimale Robustheit erzielt, was eine Verwendung des erfindungsgemäßen Drehschwingungsdämpfers unter problematischen Umweltbedingungen erlaubt. Auch eine einstückige Ausbildung des zweiten und des ersten Federelementes ist möglich. Sie erlaubt eine besonders kostengünstige Herstellung des beanspruchten Gegenstandes.

Nachfolgend wird der Gegenstand der vorliegenden Erfindung anhand der in der Anlage beigefügten Zeichnung weiter erläutert. Es zeigen:

Figur 1 einen Drehschwingungsdämpfer in längsgeschnittener Darstellung.

Figur 2 den Drehschwingungsdämpfer gemäß Figur 1 in der Vorderansicht.

Figur 3 eine modifizierte Ausführung eines Drehschwingungsdämpfers der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Art.

Figur 4 Funktionskurve eines Tilgers mit zwei Resonanzen.

Der in den Figuren 1 und 2 gezeigte Drehschwingungsdämpfer besteht aus dem Nabenring 5, dem Schwungring 1, den ersten Federelementen 2, den zweiten Federelementen 4 und den in deren Ausnehmungen eingepressten Hilfsmassen 3.

Der Nabenring 5 ist von topfförmiger Gestalt und besteht aus tiefgezogenem Stahlblech. Sein Boden ist von zylindrischen Löchern axial druckdrungen, die der radialen Zuordnung und Festlegung an dem zu bedämpfenden, sich drehenden Maschienteil dienen.

Der Schwungring 1 und der Außendurchmesser des Nabenringes 5 sind durch vier gleichmäßig auf dem Umfang verteilte, erste Federelemente 2 verbunden. Diese bestehen aus gummielastischem Werkstoff und ihre Federung bestimmt neben der Masse des Schwungringes die Lage der sich bei einer niedrigen Drehzahl ergebenden Resonanzfrequenz. Die gegenseitige Abhängigkeit beider Faktoren ergibt sich dabei aus der eingangs genannten Formel. Sie erlaubt es leicht, eine Modifizierung vorzunehmen und beispielsweise auch eine Anpassung an die Frequenz einer sich bei niedriger

Drehzahl ergebenden Störschwingung. Die Störschwingung erfährt dann eine ausgezeichnete Dämpfung.

Neben den ersten Federelementen 2 sind am Außendurchmesser des Nabenringes 5 die zweiten Federelemente 4 aus gummielastischem Werkstoff festgelegt. Auch diese sind gleichmäßig auf dem Umfang verteilt und von säulenförmiger Gestalt. Sie weisen außenseitig eine T-förmige Erweiterung ihres Querschnittes auf sowie eine Hilfsmasse 3, die in eine sich axial erstreckende Aussparung eingepresst ist. Die zweiten Federelemente 4 haben unterhalb einer bestimmten Drehzahl einen Abstand von der Innenseite des Außenringes 1. Ihre Federwirkung kommt dadurch in diesem Falle nicht zum Tragen.

Mit ansteigender Drehzahl werden in den zweiten Federelementen 4 zunehmend Fliehkräfte wirksam, die eine radiale Dehnung auslösen. Die zweiten Federelemente 4 legen sich schließlich mit ihrem Außendurchmesser unverrückbar an den Innendurchmesser des Schwungringes 1 an, wodurch ihre Federelastizität derjenigen des ersten Federelementes 2 parallel geschaltet wird. Es resultiert eine relative Verhärtung der insgesamt vorhandenen, in Umfangsrichtung wirksamen Federelastizität, d.h. eine veränderte Resonanzfrequenz des Drehschwingungsdämpfers. Diese läßt sich unter Berücksichtigung der eingangs genannten Formel gezielt einer zweiten bei höherer Drehzahl auftretenden Schwingung zuordnen. Auch diese erfährt eine ausgezeichnete Dämpfung.

Die in Figur 3 gezeigte Ausführung stimmt funktionell mit der vorstehend beschriebenen überein. Konstruktiv sind in diesem Falle die ersten Federelemente 2 und die zweiten Federelemente 4 einstückig ineinander übergehend ausgebildet. Die Hilfsmassen 3 sind in radiale Durchbrechungen des Nabenringes 5 eingebettet. Sie haben dadurch eine besonders gute radiale Beweglichkeit. Zwischen dem zweiten Federelement 4 und Innenseite des Schwungringes 1 ist auch in diesem Falle bei niedriger Drehzahl ein radialer Spalt 6 vorhanden. Dieser ist im Gegensatz zu dem Spalt nach den Ausführungen gemäß Fig. 1 und 2 nach außen abgeschlossen. Fremdstoffe werden dadurch an einem Eindringen gehindert. Sie vermögen daher auch nicht funktionsbeeinträchtigende Wirkungen auszulösen, was die Ausführung geeignet macht für Anwendungsbereiche mit extremer Umweltbelastung.

Die in Figur 4 dargestellte Kurve zeigt den Verlauf der Winkelamplitude des Schwungrings über der Drehzahl bzw. Frequenz eines ausgeführten Drehschwingungsdämpfers mit zwei Resonanzfrequenzen. Die bereits im Bereich der ersten Resonanzfrequenz auftretende Gleitreibung durch das Anlegen des zweiten Federelements an

die Innenseite des Schwungrings wirkt sich vorteilhaft auf das Dämpfungsverhalten aus. Es werden damit bessere Ergebnisse erzielt, als mit einem Drehschwingungsdämpfer mit zwei Schwungmassen.

## Ansprüche

1. Drehschwingungsdämpfer, umfassend einen Nabenring und einen Schwungring, die durch mindestens ein erstes Federelement verbunden und relativ verdrehbar sind, wobei in wenigstens einem Teilbereich zwischen dem Nabenring und dem Schwungring ein radialer Abstand vorgesehen ist, und wobei in dem durch den Abstand gebildeten Spalt wenigstens ein zweites Federelement nur innenseitig festgelegt ist, das außenseitig ohne Bindung ist, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Federelement (4) durch die sich bei einer gewünschten Drehzahl ergebende Fliehkraft unverrückbar an die den Spalt (6) außenseitig begrenzende Fläche anpressbar ist, um eine Parallelschaltung seiner Federwirkung zu der Federwirkung des ersten Federelementes (2) zu erzielen.

2. Drehschwingungsdämpfer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Federelement (4) innenseitig an einem nur in radialer Richtung bewegbaren Zwischenglied des Nabenringes - (5) festgelegt und durch die sich bei der gewünschten Drehzahl ergebende Fliehkraft unverrückbar an die den Spalt (6) außenseitig begrenzende Fläche angepaßt ist.

3. Drehschwingungsdämpfer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Federelement (4) innenseitig an einem dem Nabenring starr zugeordneten Zwischenglied festgelegt ist, daß das zweite Federelement durch die sich bei der gewünschten Drehzahl ergebende Fliehkraft dehnbar ist und daß durch die Dehnung die verrückbare Anpressung an die den Spalt (6) außenseitig begrenzende Fläche verursacht ist.

4. Drehschwingungsdämpfer nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Federelement (4) und/oder die dem zweiten Federelement außenseitig gegenüberliegende, den Spalt (6) begrenzende Fläche mit einem Reibbelag versehen ist.

5. Drehschwingungsdämpfer nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Federelement (2) zur Vergrößerung seiner fliehkraftbedingten Anpressung an die den Spalt (6) außenseitig begrenzende Fläche mit einer Hilfsmasse (3) versehen ist.

6. Drehschwingungsdämpfer nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Federelement (4) durch einen Körper aus elastomerem Werkstoff gebildet wird und daß die Hilfsmasse (3) mit dem Körper verbunden ist.

7. Drehschwingungsdämpfer nach Anspruch 5 -6, dadurch gekennzeichnet, daß die Hilfsmasse - (3) in einen Hohlraum des Körpers eingebettet ist.

8. Drehschwingungsdämpfer nach Anspruch 5 -7, dadurch gekennzeichnet, daß die Hilfsmasse - (3) und der Körper adhäsiv verbunden sind.

9. Drehschwingungsdämpfer nach Anspruch 1 -8, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Federelement (4) und das erste Federelement (2) einstückig ineinander übergehend ausgebildet sind.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

5



Fig. 1

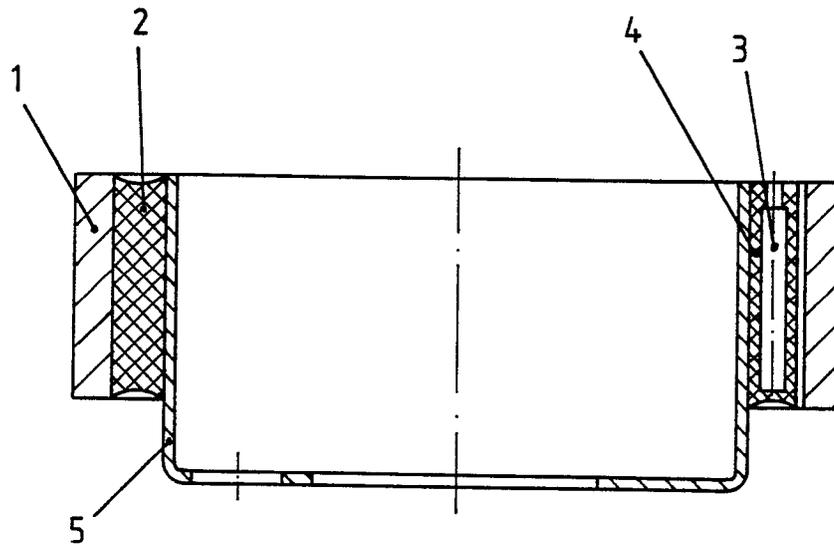


Fig. 2

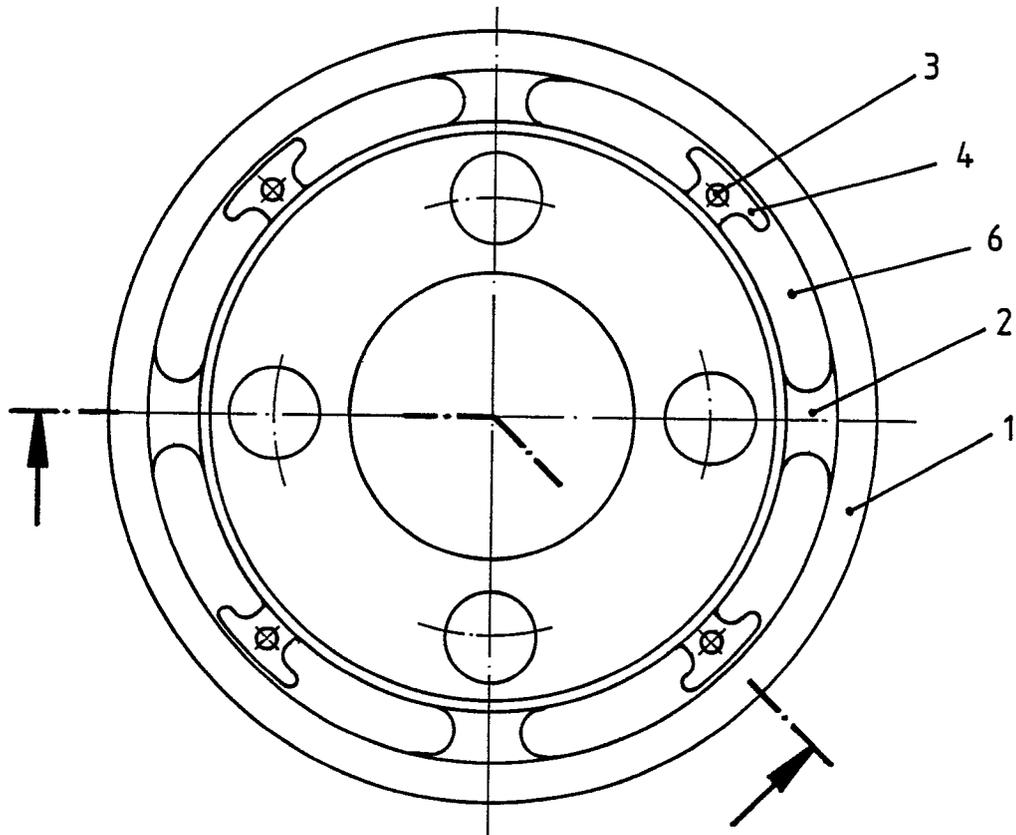


Fig. 3

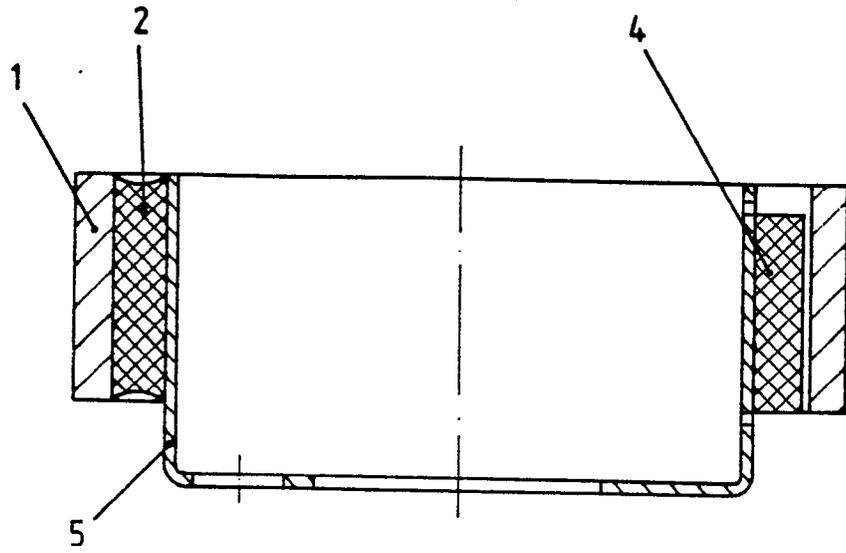
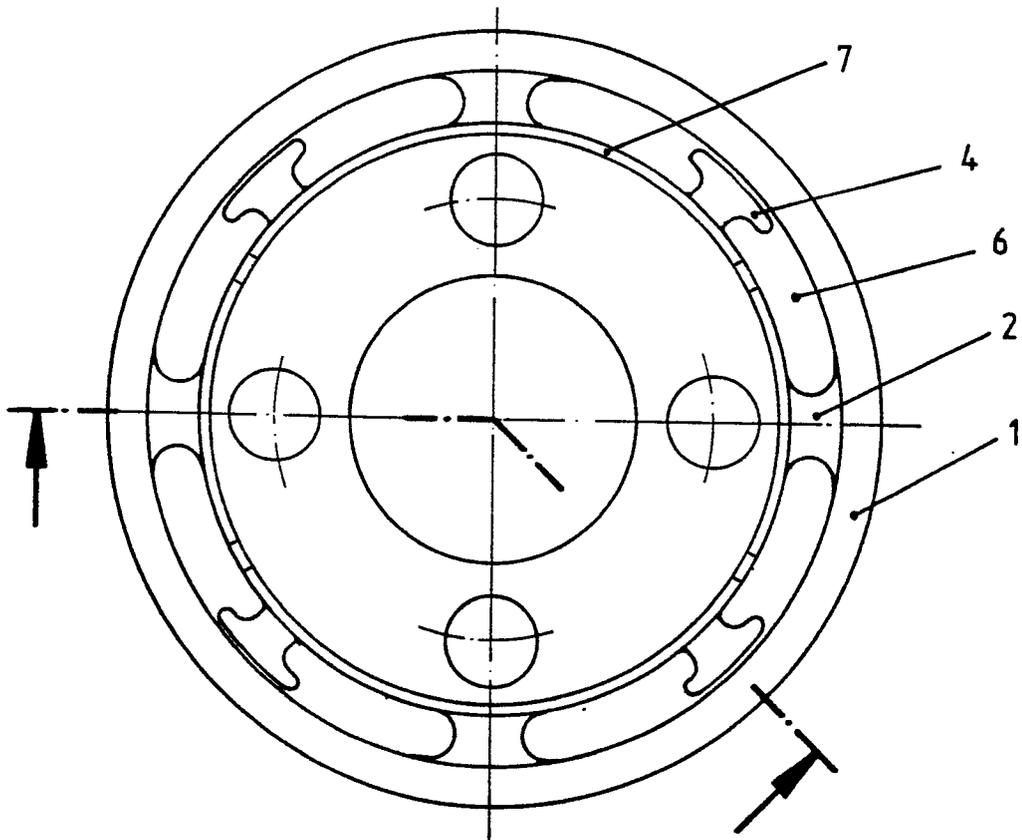


Fig. 4



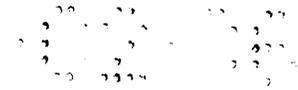


Fig. 5

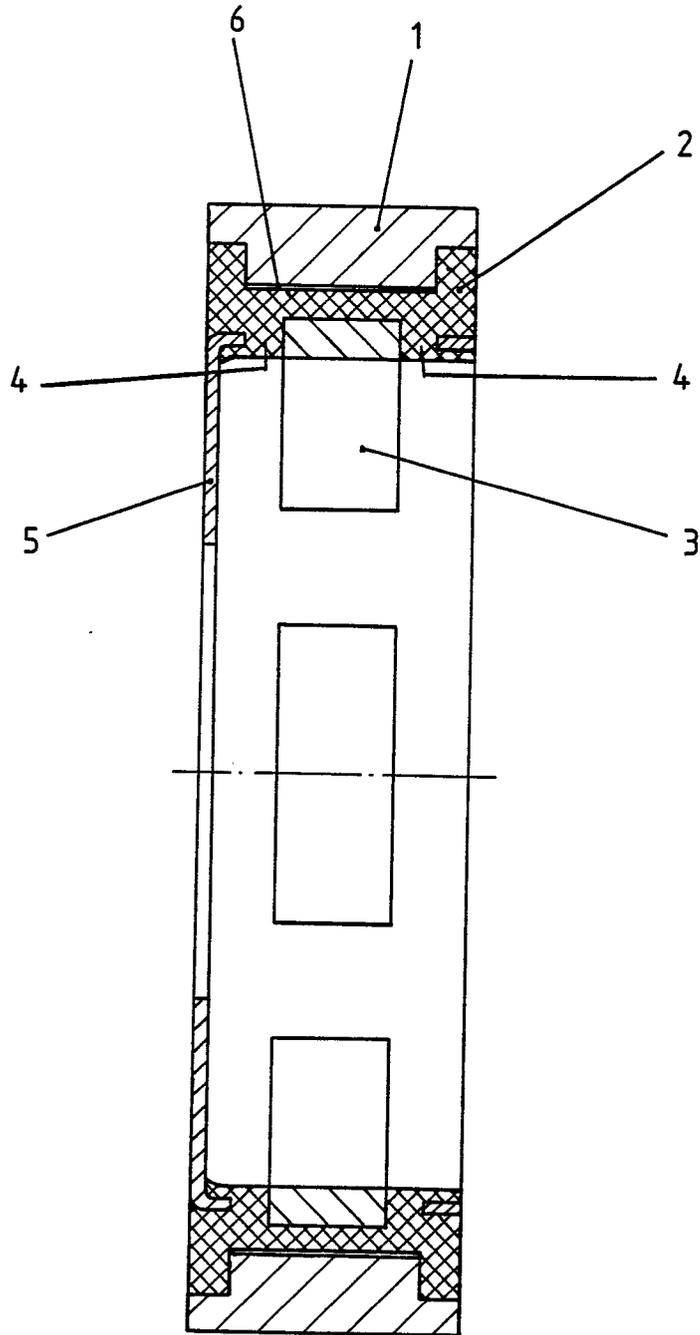
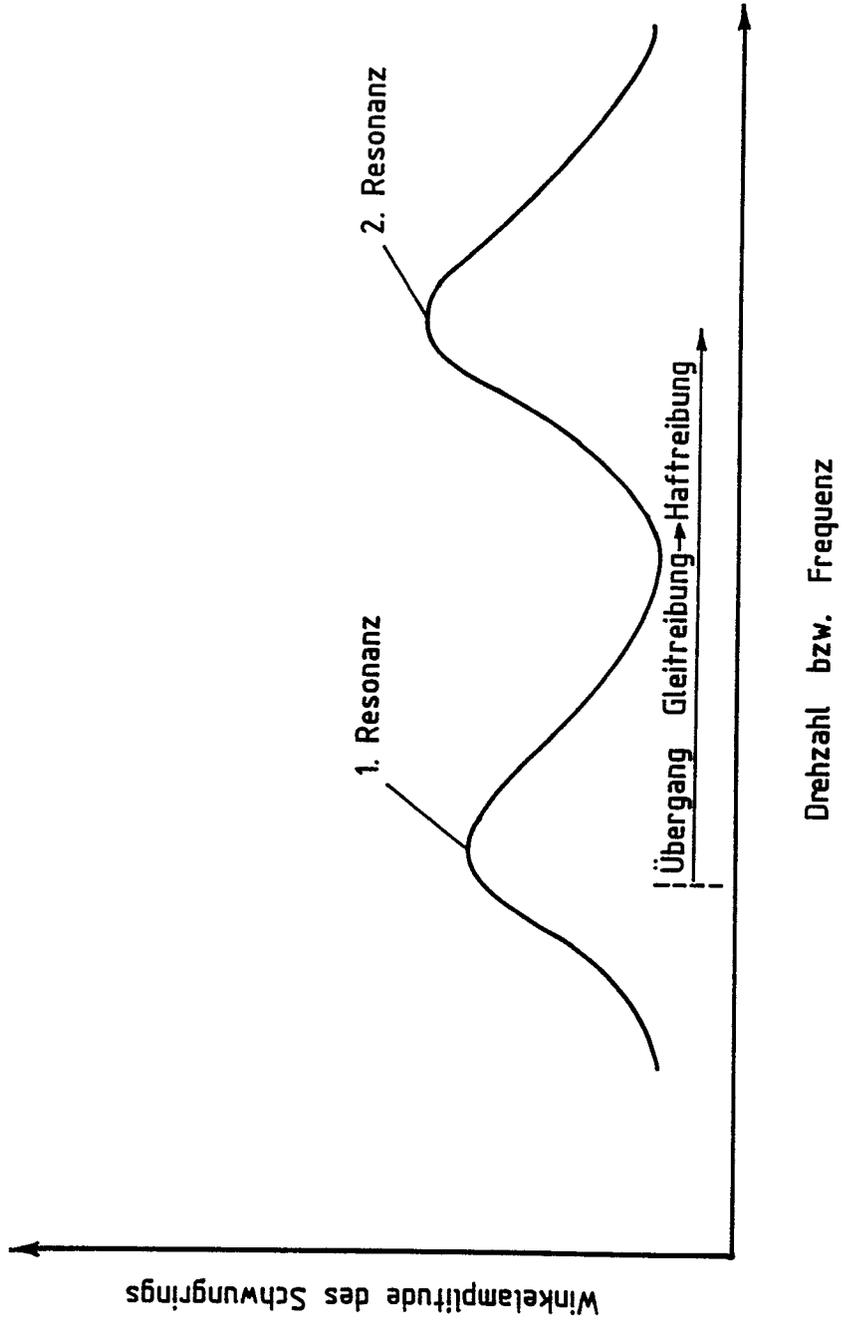


Fig. 6





EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			EP 86101778.8
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.4)
X	DE - A1 - 3 336 174 (TSCHAN GMBH & CO. KG)	1	F 16 F 15/12
A	* Gesamt *	2,3,4	
	--		
D,A	DE - A1 - 3 334 393 (TSCHAN GMBH & CO. KG)		
	* Gesamt *		
	--		
A	DE - A1 - 2 729 340 (KRAFTWERK UNION AG)		
	* Fig. 1,2 *		
	----		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort WIEN		Abschlußdatum der Recherche 11-11-1986	Prüfer PIRKER
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

RECHERCHIERTE  
SACHGEBIETE (Int. Cl.4)

F 16 F 15/00  
F 16 F 9/00